

3D СКАНУВАННЯ SLAM

КОВТУН Віталій Миронович

Старший викладач кафедри
геодезії та землеустрою
Івано-Франківський національний
університет нафти і газу,
м. Івано-Франківськ, Україна

ДОРОШ Любов Ігорівна

к.т.н., викладач кафедри
геодезії та землеустрою
Івано-Франківський національний
університет нафти і газу,
м. Івано-Франківськ, Україна

3D сканування (SLAM – Simultaneous Localization and Mapping) – одна із найсучасніших технологій геодезії, яка відкриває широкі можливості завдяки здатності точно та швидко збирати величезні обсяги даних про поверхні та об'єкти. Отримана 3D модель стає незамінним інструментом для проєктування чи реконструкції об'єкту. На основі 3D моделі можна визначити розміри та площі будівель, що є ключовим етапом при проведенні будівельних чи реставраційних робіт. Завдяки цьому способу можна швидко та у великих об'ємах отримувати інформацію.

За останні кілька років в геодезії спостерігається значний прогрес у використанні технологій, пов'язаних із лазерним 3D скануванням, особливо для визначення просторового положення об'єктів. Можливості мобільного 3D сканування розглядаються у ряді наукових публікацій [Panfilova et al., 2020; Kalvoda et al., 2020], де автори зосередились на використанні даного методу для геодезичного супроводу будівництва. У роботах [Sigalov et al., 2017; Kang et al., 2015] пропонують алгоритм, що дозволяє аналізувати можливі помилки та попереджати про них учасників майбутнього проєкту.

Оскільки мобільне 3D сканування є відносно новою технологією і про нього не згадується у чинних нормативних документах [ДБН А.2.1-1-2014, 2014; ДБН В.1.3.-2:2010, 2010], які регламентують порядок та методiku виконання геодезичних робіт, існує необхідність дослідження точності та надійності упровадження даного методу.

Керуючись переліченими вище мотивами, восени 2023 р. на території Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу (ІФНТУНГ) було побудовано експериментальний полігон для проведення дослідження про доцільність використання наземного лазерного сканування. Дослідження точності даного методу на еталонному полігоні дозволило з'ясувати, наскільки ефективно та якісно мобільне 3D сканування може забезпечувати виконання тих чи інших геодезичних завдань у порівнянні з традиційними методами вимірювання [Ковтун В. та ін., 2024].

22 червня 2024 р. внаслідок російської атаки на Прикарпаття, були пошкоджені і частково зруйновані деякі корпуси Університету. Війна сягнула тилового Івано-Франківська й наробила багато лиха. Через підвищений ризик повторних обстрілів протягом найближчого часу після атаки, виникла гостра необхідність виконати дуже оперативно спостереження за руйнуваннями, а згодом опрацювати дані вже у безпечному місці. Уже наявний досвід виконання мобільного 3D сканування став у нагоді.

Протягом першої ж доби було виконано SLAM сканування приладом ALPHAGEO SLAM R100 території навчального закладу. Сесія сканування тривала 40 хв, тобто польові роботи на потенційно небезпечній території (на той момент часу) тривали менше однієї години. Результати знімання опрацювали у спеціалізованому програмному забезпеченні LIXEL STUDIO. Для локалізації отриманої хмари точок використали 9 опорних точок, розташованих на території сканування. Координати цих точок визначили RTK способом GNSS приймачем у місцевій системі координат. На рис. 1 представлено зображення пошкодженої будівлі, отримане за допомогою



мобільного сканера.

Рис.1 Зображення пошкодженої будівлі: а) зроблено з камери телефону;
б) кольоризована хмара точок отримана з 3D сканера

Кольоризація хмари точок виконана з допомогою цифрової камери Insta 360 ONE RS 1-Inch, прилаштування якої передбачено конструкцією SLAM (fig. 2).



Рис. 2 Кольоризована хмара точок пошкоджених будівель ІФНТУНГ

Маючи у розпорядженні таку детальну просторову модель забудованої території, яка зазнала ракетної атаки (як на рис. 2), можна камерально виконувати оцінку завданих збитків. Таким чином зменшується час фізичного перебування на ураженій території.

Отже, розглянемо переваги SLAM сканування в умовах воєнного стану. Очевидним плюсом даної технології є швидкість виконання польових робіт (у нашому випадку, сканування зайняло менше однієї години та виконувалось одним інженером). На територіях активних бойових дій агресор застосовує тактику повторних ударів, тому важливо швидко покинути атаковану територію. Якщо мова йде про тиліві регіони, то час теж важливий фактор. Адже жителі пошкоджених будівель зацікавлені якнайшвидше приступити до відновлення житла (прибрати уламки, відновити скління тощо), і фіксація матеріальних збитків не може тривати довго.

Наступною перевагою, наприклад у порівнянні з інструментальними методами, є те, що сканування – це метод дистанційного збору інформації. Тобто інженер отримує дані щодо просторового положення об'єктів не наближаючись впритул до них, не наражаючи себе на небезпеку завалу споруду чи вибуху.

У роботі досліджено можливість застосування методу мобільного 3D сканування в умовах воєнного стану. Для цього виконано SLAM сканування забудованої території навчального закладу з метою фіксування завданих збитків та руйнувань об'єктів унаслідок ракетної атаки. На основі кольоризованої хмари точок можна виконувати оцінку стану стабільності об'єктів, розрахунки матеріальних збитків, складати план відновлювальних робіт. Перевагами технології SLAM сканування є короткий час польових робіт, за який можна отримати велику кількість просторових даних, дистанційний спосіб збору даних, а також автономний режим роботи.

Список використаних джерел:

Accuracy Evaluation and Comparison of Mobile Laser Scanning and Mobile Photogrammetry Data. / Kalvoda Petr, et al. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing. 2020 .URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/609/1/012091/pdf> (date of request: 10.07.2024)

ДБН А.2.1-1-2014. Вишукування, проектування і територіальна діяльність. Вишукування. Інженерні вишукування для будівництва. Проект, друга редакція. К.: Мінрегіонбуд України, 2014. 126 с.

ДБН В.1.3.-2:2010. Система забезпечення точності геометричних параметрів в будівництві. Геодезичні роботи в будівництві. К.: Мінрегіонбуд України, 2010. 70 с.

Kang T. W., Hong C. H. A study on software architecture for effective BIM/GIS-based facility management data integration. Automation in Construction. 2015. №. 54. p. 25–38.

Panfilova E.E., Malkin I.I. Risk management information system in the organizations of the construction industry as a tool for increasing business revenue. Relevant lines of scientific research: theory and practice. TSNS Interaktiv Plus. 2020. p. 132–137.

Sigalov K., Konig M. Recognition of process patterns for BIM-based construction schedules. Advanced Engineering Informatics. 2017. №. 33. p. 456–472. (in English).

Дослідження точності визначення просторового положення об'єктів методом slm сканування. / Ковтун В. та ін.. Геофорум-2024:зб. тез міжнар. наук.-техн. конф., м. Львів, 10-12 квітня 2024 р. Львів- Брюховичі, 2024. С. 27–29.

УДК 528.4:355.422(1-81)



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ ЗЕМЛЕВПОРЯДКУВАННЯ**

**ЗБІРНИК ТЕЗ МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ**

«GEOPOINT»

6-7 березня 2025 року

**PROCEEDINGS OF INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL
CONFERENCE**

«GEOPOINT»

6-7 March 2025

Тези опубліковано в авторській редакції

*Автори матеріалів
НЕСУТЬ ПОВНУ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ*

За точність наведених фактів, цитат, власних імен та інших відомостей